

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-269501  
(43)Date of publication of application : 15.10.1996

---

(51)Int.CI. B22F 1/00  
B22F 3/00  
H01F 1/20

---

(21)Application number : 07-073715 (71)Applicant : KOBE STEEL LTD  
(22)Date of filing : 30.03.1995 (72)Inventor : MOTODA TAKASHI

---

## (54) HIGH FREQUENCY DUST CORE, IRON POWDER THEREFOR AND MANUFACTURE OF THE SAME

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a high frequency dust core having a high AC initial permeability ( $\mu$ iac) at 100kHz or below and iron powder for the high frequency dust core and manufacture of the same.

CONSTITUTION: (1) The high frequency dust core wherein 106–250 $\mu$ m atomized iron powder flatly worked by a ball mill is formed at  $\leq$ 50mm/s punch compression velocity of a powder molding machine and the flat surface is arranged properly in parallel with a compacting surface. (2) The iron powder for a high frequency dust core wherein an atomized iron powder containing  $\leq$ 0.2mass% oxygen content after flatly worked by a ball mill, is reduced and annealed at 700–780° C and in  $\leq$ 250 $\mu$ m high purity iron powder after reducing/annealing no iron powder less than 106 $\mu$ m is adhered to in piles of two layers or more on a part or whole surface of the flattened surface of 106 $\mu$ m or larger flattened iron powder. (3) The manufacturing method for the high frequency dust core wherein the press formed high frequency dust core having  $\geq$ 30g mass is subjected to strain releasing annealing in nitrogen containing  $\leq$ 20ppm oxygen, or inert gas stream.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-269501

(43)公開日 平成8年(1996)10月15日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 22 F	1/00		B 22 F	1/00
	3/00			B
H 01 F	1/20		H 01 F	1/20

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平7-73715

(22)出願日 平成7年(1995)3月30日

(71)出願人 000001199  
株式会社神戸製鋼所  
兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号  
(72)発明者 元田 高司  
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内  
(74)代理人 弁理士 明田 華

(54)【発明の名称】高周波圧粉磁心および高周波圧粉磁心用鉄粉とそれらの製造方法

(57)【要約】

【目的】100kHz以下で高い交流初透磁率( $\mu_{i,ac}$ )を有する高周波圧粉磁心とその製造方法を提供する。

【構成】(1)ボールミルで偏平加工した  $106\mu\text{m} \sim 250\mu\text{m}$  のアトマイズ鉄粉を粉末成形機のパンチ圧縮速度を50mm/s以下の速度で成形し、偏平面を圧粉面に平行にそろえた高周波圧粉磁心。(2)ボールミルで偏平加工後の酸素量が0.2質量%以下のアトマイズ鉄粉を、700°C ~ 780°Cの温度で還元焼鈍し、還元焼鈍後の  $250\mu\text{m}$  以下の高純度鉄粉において、 $106\mu\text{m}$  以上の偏平鉄粉の偏平面の一部または全面に  $106\mu\text{m}$  未満の鉄粉が2層以上重なって付着している高周波圧粉磁心用鉄粉。(3)プレス成形した質量が30g以上である高周波圧粉磁心を、20ppm以下の酸素を含む窒素または不活性ガス気流中で歪み取り焼鈍する高周波圧粉磁心の製造方法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ボールミルで偏平加工した  $106\text{ }\mu\text{m}$  ~  $250\text{ }\mu\text{m}$  のアトマイズ鉄粉の偏平面を、圧粉面に平行にそろえて成形したことを特徴とする高周波圧粉磁心。

【請求項2】 粉末成形機のパンチ圧縮速度を  $50\text{mm/s}$  以下の速度で成形することを特徴とする請求項1記載の高周波圧粉磁心の製造方法。

【請求項3】 還元焼鈍後の  $250\text{ }\mu\text{m}$  以下の高純度鉄粉において、  $106\text{ }\mu\text{m}$  以上の偏平鉄粉の偏平面の一部または全面に  $106\text{ }\mu\text{m}$  未満の鉄粉が 2 層以上重なって付着していないことを特徴とする高周波圧粉磁心用鉄粉。

【請求項4】 ボールミルで偏平加工後の酸素量が 0.2 質量%以下のアトマイズ鉄粉を、  $700^\circ\text{C}$  ~  $780^\circ\text{C}$  の温度で還元焼鈍することを特徴とする請求項3記載の高周波圧粉磁心用鉄粉の製造方法。

【請求項5】 プレス成形した高周波圧粉磁心を、  $20\text{ppm}$  以下の酸素を含む窒素または不活性ガス気流中で歪み取り焼鈍することを特徴とする高周波圧粉磁心の製造方法。

【請求項6】 高周波圧粉磁心の質量が  $30\text{g}$  以上である請求項5記載の高周波圧粉磁心の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電源装置用チョークコイル等に用いられる高周波圧粉磁心および高周波圧粉磁心用鉄粉とそれらの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、圧粉磁心用鉄粉には、鉄粉をボーラー

区分	化 学 成 分 (質量%)						
	C	Si	Mn	P	S	O	N
高純度鉄粉	0.002	0.01	0.07	0.006	0.007	0.06	0.001
通常鉄粉	0.003	0.01	0.18	0.013	0.012	0.15	0.004

【0006】 さらに、圧粉磁心の製造は、鉄粉に樹脂、水ガラス等の絶縁バインダーを混ぜてプレス成形したものを  $200^\circ\text{C}$  以下の温度で硬化焼鈍して製造していた。  $200^\circ\text{C}$  以下の温度では、鉄粉と絶縁バインダーである樹脂、水ガラス等は雰囲気が大気であっても酸化されることはなく、圧粉磁心の磁気特性も劣化されない。しかし、  $200^\circ\text{C}$  以下の温度では、成形時に受けた鉄粉の歪みはほとんど除去できないため、本来鉄粉の持つ磁気特性を十分引き出せないままである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 圧粉磁心の磁気特性は鉄粉粒度に強く依存するので、前記の  $100\text{kHz}$  以下で高い  $\mu_{iac}$  が要求される圧粉磁心には、粗粉の偏平鉄粉を用いることにより磁気特性を向上することが有効である。

\*ルミル等で偏平加工した鉄粉、焼結用アトマイズ鉄粉、還元鉄粉、その他電解鉄粉が用いられている。この内、偏平鉄粉と電解鉄粉は偏平加工することにより各々の鉄粉の反磁界係数を下げ、磁気特性を向上できることが知られている。

【0003】 しかし、現実の粉末成形機において、各々の鉄粉の偏平面を圧粉面にそろえることが不可能であったため、特に、低周波側 ( $100\text{kHz}$  以下) で交流初透磁率 ( $\mu_{iac}$ ) が高い値が要求される分野において、  $\mu_{iac}$  は  $10\%$  程度低くなり、偏平鉄粉の特性が十分活かしきれない状態であった。

【0004】 また、高純度鉄粉に比べて不純物量が多い普通の圧粉磁心用偏平鉄粉は、  $6\sim 8$  時間ボールミル等で偏平加工されたのち、  $800^\circ\text{C}$  以上の温度で還元焼鈍され、  $250\text{ }\mu\text{m}$  以下に解粒されて用いられる。一方、高純度鉄粉は普通鉄粉と同様に  $800^\circ\text{C}$  以上の温度で還元焼鈍される方が酸素量は低くなるが、偏平鉄粉同士の焼結が進み過ぎ解粒が不十分になる。このように、普通鉄粉と高純度鉄粉に解粒に差が生じるのは、表1に一例を示すように、高純度鉄粉は普通鉄粉に比べて Mn、P、S、O が低くなっているからである。還元焼鈍温度が低い場合は、酸素量が高くなるが解粒は容易である。しかし、還元焼鈍温度が低く酸素量が多い場合も、還元焼鈍温度が高く解粒が不十分の場合も交流磁気特性が劣化し問題となる。

## 【0005】

## 【表1】

また、本発明者は当研究において、これらの粗偏平鉄粉の偏平面を圧粉面にそろえるのに圧粉速度(成形速度)が強く影響し、成形体全体において偏平面を圧粉面にそろえるのに必要な圧粉限界速度が存在することを明らかにした。

【0008】 しかし、一般に鉄粉を成形する粉末成形機には、クランクプレス、カムプレス、ロータリプレス等が用いられている。これらの機械プレスは下限回転数があり、粗偏平鉄粉において、偏平面を圧粉面にそろえることが不可能である。一方、成形速度が自由に変えられる油圧プレスは低速度成形が可能であるので、前記粗偏平鉄粉の成形に適しているといえる。しかし、油圧プレスは成形速度が機械プレスに比べて遅いため、小物圧粉磁心等を成形するのに適していない面があるが、これに

対しては複数個同時成形技術を用いれば工業的に生産できると推定される。

【0009】基本的に、偏平鉄粉の交流磁気特性は還元焼鈍後の酸素量と解粒のされ方によって決まる。従つて、解粒の容易さは還元焼鈍温度が低い程良いので、酸素量を低めるには、還元焼鈍前の酸素量を低めてやることが重要である。すなわち、ボールミルでの偏平加工中に増加する酸素量を低い側で制御するとともに、解粒性の良い還元焼鈍温度を選択することが大事となる。

【0010】また、成形時に受けた鉄粉の歪みを除去してやることは、本来鉄粉の持つ磁気特性を十分引き出すために重要なことである。このため、絶縁バインダーを樹脂、水ガラス等から無機系のりん酸系ガラス絶縁バインダーに変えることにより、焼鈍温度は500℃まで高められるが、大気雰囲気中では鉄粉や絶縁バインダーは酸化され、磁気特性が劣化する。このため、大気雰囲気中での焼鈍では耐熱絶縁バインダーの効果が十分に発揮できない。また、歪み取り焼鈍雰囲気中の酸素量が増加すると100kHz以下の $\mu_{iac}$ の低下が大きくなり、質量の大きい高周波圧粉磁心の歪み取り焼鈍が不可能になる。そこで、高純度のアルゴンや窒素ガスを用いることにより圧粉磁心の酸化を防ぎ、磁気特性の劣化を防ぐことが考えられるが、高純度のアルゴンや窒素ガスは高価で、工場で生産する場合、生産コストを上げるため問題になる。

【0011】本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、圧粉磁心用鉄粉の粒度を限定し、成形時の圧縮速度を限定することによって、偏平鉄粉の偏平面を圧粉面にそろえた100kHz以下の $\mu_{iac}$ を有する高周波圧粉磁心とその製造方法を、また、偏平加工後の酸素量と還元焼鈍温度を限定することによって、交流磁気特性を安定化した高周波圧粉磁心用鉄粉とその製造方法を、さらに、歪み取り焼鈍時の雰囲気中の酸素量を限定することによって、交流磁気特性の優れた質量の大きい高周波圧粉磁心が得られる製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】その要旨は、(1) ボールミルで偏平加工した106μm～250μmのアトマイズ鉄粉の偏平面を、圧粉面に平行にそろえて成形した高周波圧粉磁心である。

【0013】(2) 粉末成形機のパンチ圧縮速度を50mm/s以下の速度で成形する上記(1)の高周波圧粉磁心の製造方法である。

【0014】(3) 還元焼鈍後の250μm以下の高純度鉄粉において、106μm以上の偏平鉄粉の偏平面の一部または全面に106μm未満の鉄粉が2層以上重なって付着していない高周波圧粉磁心用鉄粉である。

【0015】(4) ボールミルで偏平加工後の酸素量が0.2質量%以下のアトマイズ鉄粉を、700℃～780℃の温

度で還元焼鈍する上記(3)の高周波圧粉磁心用鉄粉の製造方法である。

【0016】(5) プレス成形した高周波圧粉磁心を、20ppm以下の酸素を含む窒素または不活性ガス気流中で歪み取り焼鈍する高周波圧粉磁心の製造方法である。

【0017】(6) 高周波圧粉磁心の質量が30g以上である上記(5)の高周波圧粉磁心の製造方法である。

#### 【0018】

【作用】ボールミルで偏平加工した106μm～250μmの粗粉アトマイズ鉄粉の偏平面を圧粉面に平行にそろえて成形しているため100kHz以下で高い $\mu_{iac}$ を有する高周波圧粉磁心を得ることができ、同一インダクタンスを得るのにコイルターン数を減少させた低ターン数磁心と、また同一ターン数においてはより高いインダクタンスの磁心を得ることができる。鉄粉の粒度については、従来からの限定値である250μmを上限値とし、下限は図2に示すように高い $\mu_{iac}$ を確保するために106μm以上に限定した。

【0019】成形時、圧粉面に平行にアトマイズ鉄粉の偏平面をそろえるために、粉末成形機のパンチ圧縮速度を50mm/s以下の速度で成形する。パンチ圧縮速度を50mm/s以下の速度にすることによって、成形過程で鉄粉の偏平面が圧粉面に平行になるように移動して、偏平面が圧粉面に平行にそろうようになる。しかし、パンチ圧縮速度が50mm/sを超えて速くなると、偏平面が圧粉面に平行にそろうように移動し終わる前に成形が終わり、偏平面が圧粉面に平行にそろわなくなる。

【0020】ボールミルで偏平加工後の酸素量が0.2質量%以下のアトマイズ鉄粉を、700℃～780℃の温度で還元焼鈍することによって、酸素量の低い高周波圧粉磁心用鉄粉が得られる。また、還元焼鈍時の酸素量を低く抑えているため、焼鈍温度を800℃以下の700℃～780℃にすることができるので、鉄粉同士の焼結が進み過ぎることはなく、還元焼鈍後の鉄粉の解粒は容易である。このため、還元焼鈍後の250μm以下の高純度鉄粉において、106μm以上の偏平鉄粉の偏平面の一部または全面に106μm未満の鉄粉が2層以上重なって付着することはない。したがって、酸素量の低い、かつ偏平鉄粉厚が制限された高純度鉄粉が得られるため、従来の偏平鉄粉に比べてより高周波特性が優れた低鉄損の高周波圧粉磁心用鉄粉を得ることができる。

【0021】20ppm以下の酸素を含む窒素または不活性ガス気流中で歪み取り焼鈍を行うため、高純度のアルゴンや窒素ガスを使用する焼鈍よりも生産コストが下がり、かつ酸素量を限定しているため、無酸化の高周波圧粉磁心を得ることができる。また、酸素量を20ppm以下に低く抑えることで質量が30g以上の高周波圧粉磁心までこの気流中で歪み取り焼鈍が可能となり、100kHz以下の $\mu_{iac}$ の低下がなくなり優れた磁気特性を有する高周波圧粉磁心を得ることができる。従つて、従来よりも

安価な磁気特性に優れた質量の大きい高周波圧粉磁心が製造可能になる。

【0022】

【実施例】

実施例1

供試粉は  $250\mu\text{m}$  以下のアトマイズ鉄粉を用いて、ボーラミルで偏平加工後還元焼鈍を行い、その後解粒・篩分けして  $250\mu\text{m}$  以下を素粉とした。さらに、素粉は  $150\mu\text{m}$  以上、  $106\mu\text{m}$  以上、  $106\mu\text{m}$  未満に篩分けして、鉄粉表面を絶縁するためにりん酸系の絶縁液と混合し乾燥した。絶縁処理した鉄粉は油圧プレスを用いて密度  $7.05\text{g/cm}^3$  、外径  $36\text{mm}$  、内径  $24\text{mm}$  、長さ  $5\text{mm}$  に成形した。成形体は窒素雰囲気中で  $475^\circ\text{C}$  で 1 時間焼鈍し、LCR メータを用いてインダクタンスを測定し  $\mu_{\text{iac}}$  を評価した。

【0023】図1は、油圧プレスのパンチ圧縮速度を  $20\text{mm/s} \sim 150\text{mm/s}$  に変えた場合の成形体内部の鉄粉の配列状態を示す図である。図に示すように、パンチ圧縮速度が  $50\text{mm/s}$  以下の場合は、各々の偏平鉄粉の偏平面が圧粉面に平行になる。一方、パンチ圧縮速度が  $100\text{mm/s}$  以上の場合には、各々の鉄粉が成形時に流れが起こったように乱れたままの状態で成形されている。パンチ圧縮速度を  $50\text{mm/s} \sim 100\text{mm/s}$  では、圧粉面側（図では下側）は比較的圧粉面に平行であるが、パンチ側（図では上側）が乱れた状態になる。この乱れる傾向は圧縮速度が速くなるほど領域が増していく。すなわち、成形時の偏平鉄粉の乱れは、パンチ側に起こり易く、パンチ圧縮速度が速いほど起こりやすい。

【0024】図2は、パンチ圧縮速度と  $\mu_{\text{iac}}$  との関係を示す図である。図に示すように、偏平鉄粉が  $106\mu\text{m}$  以上および  $150\mu\text{m}$  以上の場合には、パンチ圧縮速度が  $50\text{mm/s}$  を超えると  $\mu_{\text{iac}}$  が低下し始め、  $100\text{mm/s}$  まで低下し続ける。一方、偏平鉄粉が  $106\mu\text{m}$  未満の場合は、パンチ圧縮速度にあまり依存することなく、  $\mu_{\text{iac}}$  はほぼ一定になっている。

【0025】図3は、パンチ圧縮速度が  $50\text{mm/s}$  以下の場合の偏平鉄粉中の  $106\mu\text{m}$  以上の鉄粉量と  $\mu_{\text{iac}}$  との関係を示す図である。図に示すように、パンチ圧縮速度が  $50\text{mm/s}$  以下であれば、  $\mu_{\text{iac}}$  は  $106\mu\text{m}$  以上の鉄粉量に比例して大きくなっている。これは複合則に従っていることがわかる。このように、高周波圧粉磁心用鉄粉には粗偏平鉄粉が優れていることがわかる。

【0026】以上の結果からも明らかかなように、  $106\mu\text{m}$  以上、  $250\mu\text{m}$  以下の偏平鉄粉を、  $50\text{mm/s}$  以下のパンチ圧縮速度で成形することによって、鉄粉の偏平面が圧粉面に平行にそろった  $\mu_{\text{iac}}$  の大きい高周波圧粉磁心を得ることができる。

【0027】実施例2

供試鉄粉は  $250\mu\text{m}$  以下のアトマイズ鉄粉を用いて、ボーラミルでの偏平加工後還元焼鈍を行い、その後解粒を

行った。表2にボーラミルでの偏平加工時間、偏平加工後の酸素量、還元焼鈍温度、還元焼鈍後の酸素量を示す。図4に還元焼鈍後に解粒された鉄粉の形状例を示す。実施例1と同様に、これらの鉄粉をりん酸系の絶縁液で絶縁処理し、油圧プレスを用いて密度  $6.95\text{g/cm}^3$  、外径  $36\text{mm}$  、内径  $24\text{mm}$  、長さ  $5\text{mm}$  に成形後、窒素雰囲気中で  $475^\circ\text{C}$  で 1 時間焼鈍した。このようにして得られた高周波圧粉磁心の  $\mu_{\text{iac}}$  の周波数依存性を図5に示す。

【0028】

【表2】

No	偏平加工時間 (h)	偏平加工の酸素量 (mass%)	還元焼鈍温度 (°C)	還元焼鈍の酸素量 (mass%)
1	2	0.17	700	0.07
2	3	0.20	700	0.072
3	4	0.30	700	0.15
4	2	0.17	780	0.068
5	2	0.17	850	0.05

【0029】表2において、No.1、2、3を比較すると還元焼鈍後の酸素量は、偏平加工後の酸素量に依存し、特に、No.3では還元焼鈍後の酸素量が多い。従って、偏平加工後の酸素量は0.2質量%以下であることが重要である。また、No.1、4、5を比較すると還元焼鈍温度が高いほど、還元焼鈍後の酸素量は低くなっているが、図4に示すように、No.5は還元焼鈍温度が高いため鉄粉同士の焼結が進み、解粒できない。従って、還元焼鈍温度は  $700^\circ\text{C} \sim 780^\circ\text{C}$  が望ましい。

【0030】図4において、No.1と2の  $106\mu\text{m}$  以上の鉄粉の偏平面には、  $106\mu\text{m}$  未満の微粉は付着せず、偏平加工されたままの厚さを保っている。No.4は  $106\mu\text{m}$  以上の鉄粉の偏平面の一部に  $106\mu\text{m}$  未満の微粉が付着している。No.5は  $106\mu\text{m}$  以上の鉄粉の偏平面の全面に2層以上重なって  $106\mu\text{m}$  未満の微粉が付着している。これら付着した微粉は機械的に解粒できないことから、かなり強固に  $106\mu\text{m}$  以上の鉄粉表面に焼結しているものと推察される。一方、No.1、2、3、4、5において、  $106\mu\text{m}$  未満の微粉は  $106\mu\text{m}$  以上の偏平鉄粉のように微粉の付着はない。前記理由として、一般に粉末は接触する粉末の大きさの差が大きい程、焼結速度が大きいことが熱力学的に言える。前述の場合、  $106\mu\text{m}$  以上の粗粉と微粉の焼結速度は微粉同士の場合に比べて大きい。従って、焼結速度は粉末同士の接着力に等しいと考えられるので、焼結後の機械的な解粒において粗粉/微粉の場合は、微粉/微粉に比べて解粒されにくいと推定

される。

【0031】図5において、No.1、2、4の $\mu_{iac}$ は良好な周波数依存性を示す。還元焼鈍後の酸素量が高いNo.3の $\mu_{iac}$ は周波数が低い側でもNo.1、2、4に比べて低く、低下も早い。還元焼鈍温度が最も高いNo.5の $\mu_{iac}$ は周波数が低い側で著しく高いが、No.3と同じく低下が早い。このようにNo.5の $\mu_{iac}$ の低下が早い理由は、図4に示すように、106 $\mu\text{m}$ 以上の偏平鉄粉の偏平面への微粉の付着が著しいことが原因である。従って、還元焼鈍温度は、106 $\mu\text{m}$ 以上の偏平鉄粉の偏平面の一部または全面に2層以上重なって106 $\mu\text{m}$ 未満の微粉が付着しない780°Cが上限と考えられる。

【0032】以上の結果からも明らかのように、偏平加工後の酸素量を0.2質量%以下に限定し、還元焼鈍温度を700°C~780°Cに限定することによって、低周波側での $\mu_{iac}$ の低下が少ない高周波圧粉磁心用鉄粉を得ることができる。

### 【0033】実施例3

供試鉄粉には、アトマイズ法で製造し、ボールミルで偏平加工後還元焼鈍した250 $\mu\text{m}$ 以下の鉄粉を用いた。鉄粉はMgO、Ba(OH)<sub>2</sub>を含むりん酸水溶液を鉄粉100g当たり5mlの割合で混合後、200°Cで乾燥して絶縁処理した。成形は絶縁処理した鉄粉に潤滑剤(Ca-ST 0.65mass%)を添加混合し、密度6.95g/cm<sup>3</sup>で表3に示す質量の高周波圧粉磁心に成形した。成形後の高周波圧粉磁心は15l/minの窒素気流中で475°Cで1時間焼鈍した。表3に窒素気流中の酸素濃度および成形後の高周波圧粉磁心の質量を示す。図6に270gの高周波圧粉磁心の $\mu_{iac}$ と周波数との関係を示す。

### 【0034】

#### 【表3】

No	焼鈍条件	窒素気流中の酸素濃度	高周波圧粉磁心質量
1	475°Cで 窒素気流 中で1時 間焼鈍	< 1ppm	270g
2		10ppm	270g
3		20ppm	270g
4		50ppm	270g
5		50ppm	100g
6		50ppm	50g
7		50ppm	30g
8		50ppm	20g

【0035】No.1は酸素濃度1ppm以下の場合で、正常に

焼鈍されている。No.2、3は酸素濃度を10ppmと20ppmに上げた場合で、 $\mu_{iac}$ はNo.1に比べてやや低くなっているが問題のない範囲である。一方、No.4は酸素濃度を50ppmまで上げた場合で、 $\mu_{iac}$ が著しく低下している。従って、焼鈍する場合の酸素濃度は20ppmまで許される。

【0036】図7に高周波圧粉磁心の質量と100kHzから1000kHz間の $\mu_{iac}$ 低下率との関係を示す。なお、この場合の焼鈍時の窒素気流中の酸素濃度は50ppmである。

10 100kHzから1000kHz間の $\mu_{iac}$ 低下率は下記式で求められる。

$$【0037】\text{低下率}(\%) = [ [\mu_{iac}(100\text{kHz}) - \mu_{iac}(1000\text{kHz})] / \mu_{iac}(100\text{kHz}) ] \times 100$$

【0038】図7に示すように、高周波圧粉磁心の質量がNo.7の30gまでは $\mu_{iac}$ 低下率は僅かであるが、No.6の50gになると低下率は増加し始め、質量が増すとともに低下率は増加し、No.4の270gになると低下率は著しく増加している。この理由は以下のとおりである。すなわち、鉄粉に磁束が起こると鉄粉に渦電流が発生する。この渦電流は鉄粉粒内を流れる粒内電流と、鉄粉の粒子から粒子へと流れる粒子間電流がある。高周波圧粉磁心の質量が大きくなると粒子間電流の割合が多くなり、この結果 $\mu_{iac}$ 低下率が顕著になるものと思われる。

【0039】以上の結果からも明らかのように、酸素量を20ppm以下に抑えた窒素または不活性ガス気流中で歪み取り焼鈍することによって、安価に焼鈍できるとともに、 $\mu_{iac}$ 低下の少ない質量30g以上の高周波圧粉磁心を得ることができる。

### 【0040】

30 【発明の効果】以上、述べたところから明らかのように、本発明によれば、交流磁気特性を安定化した高周波圧粉磁心用鉄粉が得られ、また、この鉄粉を用いることによって、100kHz以下で高い $\mu_{iac}$ を有する高周波圧粉磁心を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】油圧プレスのパンチ圧縮速度を20mm/s~150mm/sに変えた場合の成形体内部の鉄粉の配列状態を示す図である。

40 【図2】パンチ圧縮速度と $\mu_{iac}$ との関係を示す図である。

【図3】パンチ圧縮速度が50mm/s以下の場合の偏平鉄粉中の106 $\mu\text{m}$ 以上の鉄粉量と $\mu_{iac}$ との関係を示す図である。

【図4】実施例2における還元焼鈍後に解粒された鉄粉の形状例を示す図である。

【図5】実施例2における高周波圧粉磁心の交流初透磁率の周波数依存性を示す図である。

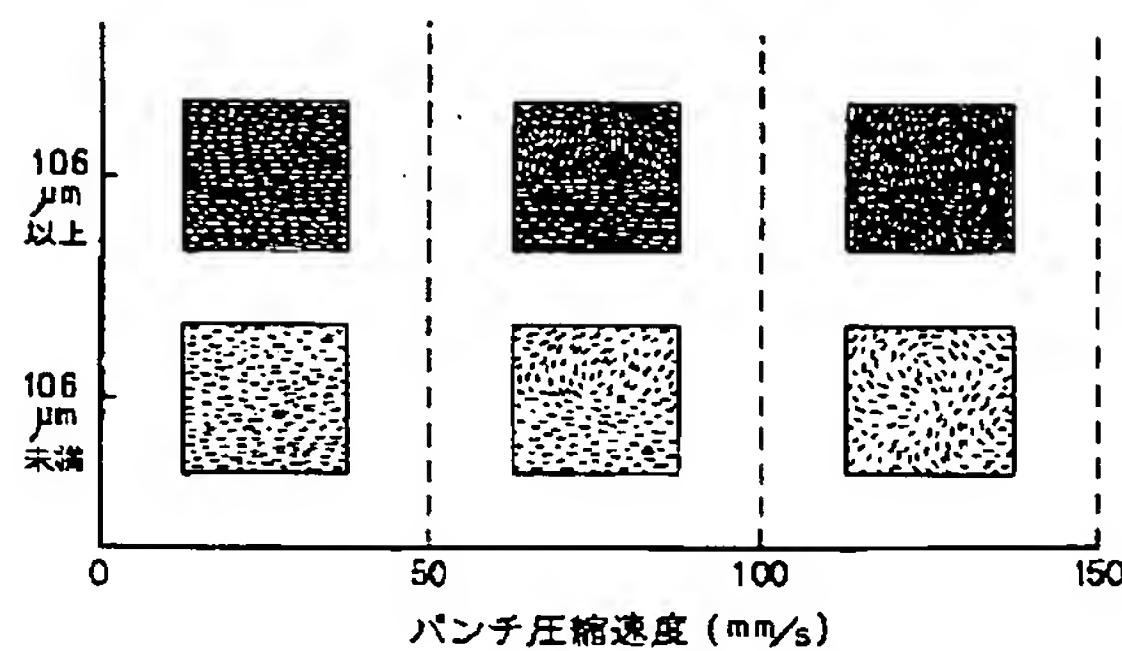
【図6】実施例3における270gの高周波圧粉磁心の交流初透磁率と周波数との関係を示す図である。

50 【図7】実施例3における高周波圧粉磁心の質量と100k

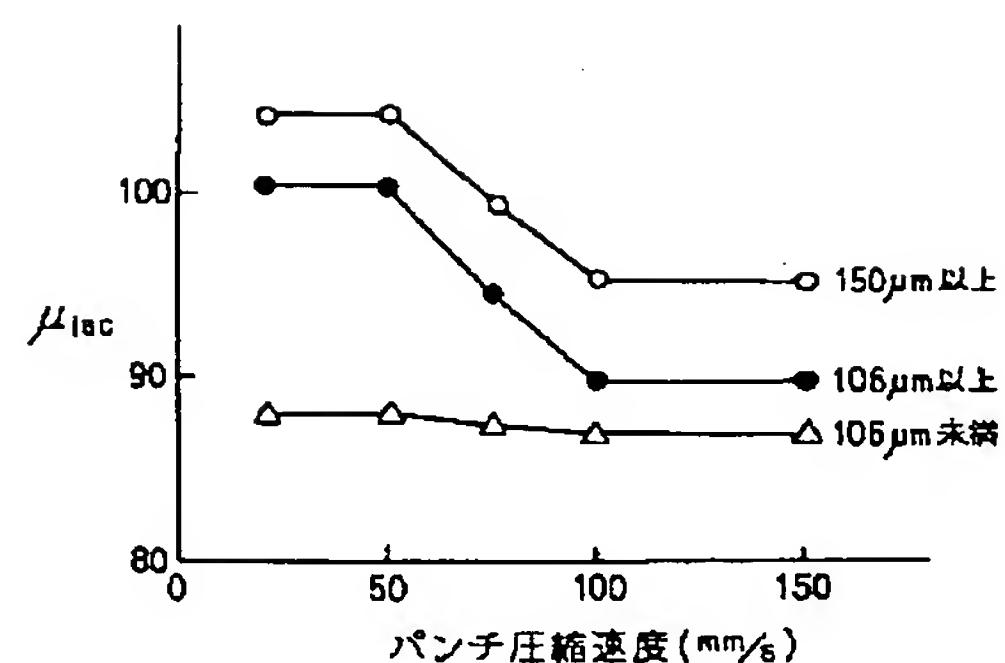
Hzから1000kHz 間の交流初透磁率低下率との関係を示す

図である。

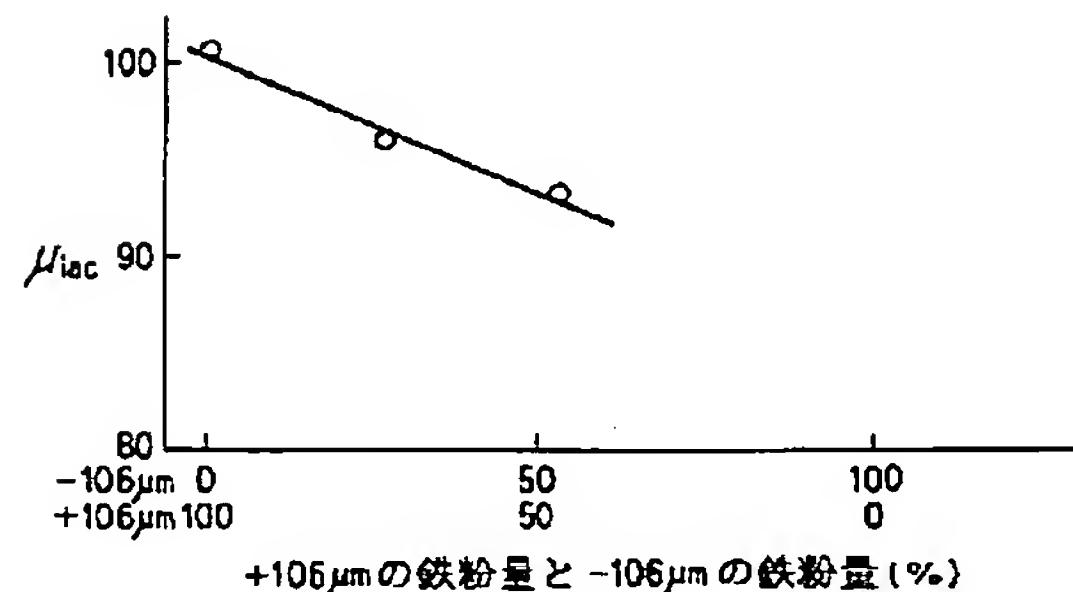
【図 1】



【図 2】

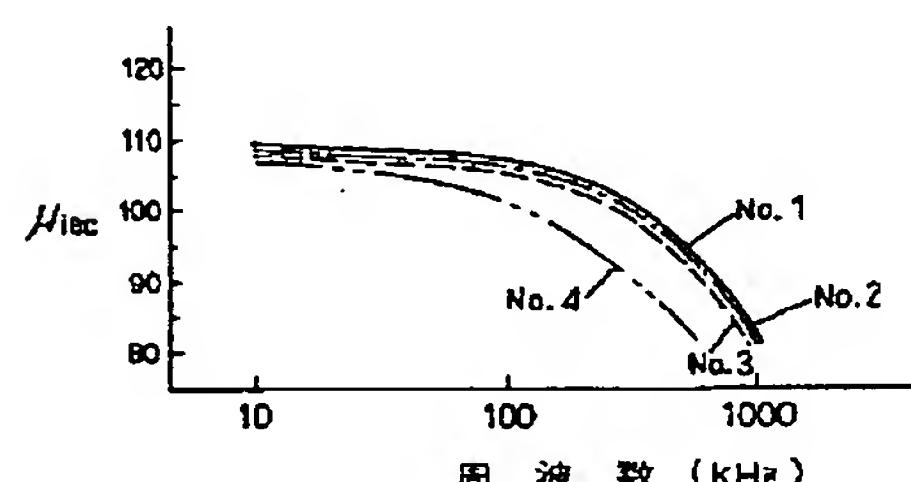


【図 3】

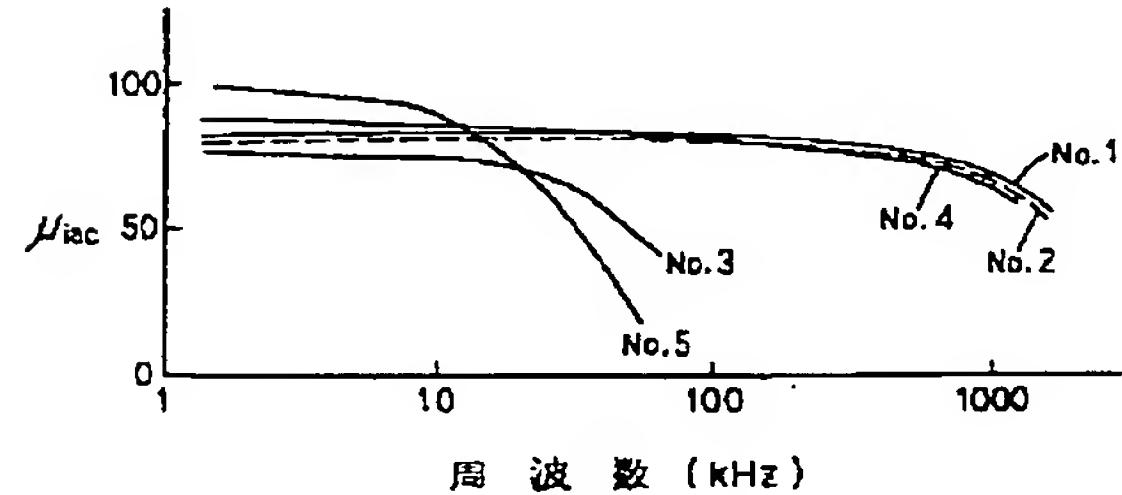


粒度	No. 1, 2	No. 4	No. 5
106 μm 以上	○	○	○
106 μm 未満	○	○	○

【図 6】



【図 5】



【図 7】

